

DOCKET NO.: 259687US2PCT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Akira UMEDA

SERIAL NO.: NEW U.S. PCT APPLICATION

FILED: HERewith

INTERNATIONAL APPLICATION NO.: PCT/JP03/04132

INTERNATIONAL FILING DATE: March 31, 2003

FOR: FREQUENCY CHARACTERISTICS MEASURING METHOD AND DEVICE FOR
ACCELERATION SENSOR

REQUEST FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119
AND THE INTERNATIONAL CONVENTION

Commissioner for Patents
Alexandria, Virginia 22313

Sir:

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that
the applicant claims as priority:

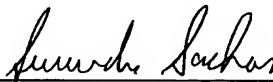
COUNTRY
Japan

APPLICATION NO
2002-097191

DAY/MONTH/YEAR
29 March 2002

Certified copies of the corresponding Convention application(s) were submitted to the
International Bureau in PCT Application No. PCT/JP03/04132. Receipt of the certified
copy(s) by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been
acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.

Respectfully submitted,
OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.



Marvin J. Spivak
Attorney of Record
Registration No. 24,913
Surinder Sachar
Registration No. 34,423

Customer Number

22850

(703) 413-3000
Fax No. (703) 413-2220
(OSMMN 08/03)

BEST AVAILABLE COPY



PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION CONCERNING
SUBMISSION OR TRANSMITTAL
OF PRIORITY DOCUMENT

(PCT Administrative Instructions, Section 411)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

FUKUDA, Kenzo
Kashiwaya Bldg. 2F
6-13, Nishishinbashi 1-chome
Minato-ku, Tokyo 105-0003
Japan

| | |
|---|--|
| Date of mailing (day/month/year) 11 July 2003 (11.07.03) | |
| Applicant's or agent's file reference 6713 | IMPORTANT NOTIFICATION |
| International application No. PCT/JP03/04132 | International filing date (day/month/year) 31 March 2003 (31.03.03) |
| International publication date (day/month/year) Not yet published | Priority date (day/month/year) 29 March 2002 (29.03.02) |
| Applicant NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY et al | |

1. The applicant is hereby notified of the date of receipt (except where the letters "NR" appear in the right-hand column) by the International Bureau of the priority document(s) relating to the earlier application(s) indicated below. Unless otherwise indicated by an asterisk appearing next to a date of receipt, or by the letters "NR", in the right-hand column, the priority document concerned was submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b).
2. This updates and replaces any previously issued notification concerning submission or transmittal of priority documents.
3. An asterisk(*) appearing next to a date of receipt, in the right-hand column, denotes a priority document submitted or transmitted to the International Bureau but not in compliance with Rule 17.1(a) or (b). In such a case, the attention of the applicant is directed to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.
4. The letters "NR" appearing in the right-hand column denote a priority document which was not received by the International Bureau or which the applicant did not request the receiving Office to prepare and transmit to the International Bureau, as provided by Rule 17.1(a) or (b), respectively. In such a case, the attention of the applicant is directed to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.

| <u>Priority date</u> | <u>Priority application No.</u> | <u>Country or regional Office or PCT receiving Office</u> | <u>Date of receipt of priority document</u> |
|-------------------------|---------------------------------|---|---|
| 29 Marc 2002 (29.03.02) | 2002-097191 | JP | 06 June 2003 (06.06.03) |

The International Bureau of WIPO
34, chemin des Colombettes
1211 Geneva 20, Switzerland

Authorized officer

Farid ABBOU

Facsimile No. (41-22) 338.90.90

Telephone No. (41-22) 338 8169

日 本 国 特 許 庁 20.05.03
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 3月29日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-097191

[ST.10/C]:

[JP2002-097191]

出 願 人

Applicant(s):

独立行政法人産業技術総合研究所

REC'D 06 JUN 2003

WIPO

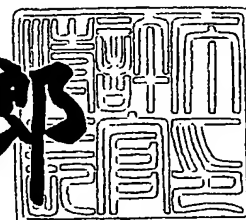
PCT

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 5月 9日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



BEST AVAILABLE COPY

出証番号 出証特2003-3033513

【書類名】 特許願

【整理番号】 310-01635

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G01B 5/00

【発明者】

 【住所又は居所】 茨城県つくば市東1-1-1 独立行政法人産業技術総合研究所つくばセンター内

 【氏名】 梅田 章

【特許出願人】

 【識別番号】 301021533

 【氏名又は名称】 独立行政法人産業技術総合研究所

 【代表者】 吉川 弘之

 【電話番号】 0298-61-3280

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 加速度センサの周波数特性測定方法及び装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 金属丸棒の中心軸を重力加速度方向に一致させて支持し、
飛翔体を金属丸棒の一端面に衝突させて弾性波パルスが金属丸棒内部に伝播させ、

前記弾性波パルスが前記金属丸棒の他端面で反射するときに発生する加速度を金属丸棒の他端面に設けた直流加速度センサで検出し、

前記金属丸棒の他端面で反射するときに発生する加速度による金属丸棒の歪みを金属丸棒の側面に設けた歪ゲージで計測し、

前記直流加速度センサの信号と前記歪ゲージの信号により、該直流加速度センサの周波数応答を求めることを特徴とする直流加速度センサの周波数特性測定方法。

【請求項 2】 金属丸棒の中心軸を重力加速度方向に一致させて支持し、
飛翔体を金属丸棒の一端面に衝突させて弾性波パルスが金属丸棒内部に伝播させ、

前記弾性波パルスが前記金属丸棒の他端面で反射するときに発生する加速度を金属丸棒の他端面に設けた直流加速度センサで検出し、

前記金属丸棒の他端面で反射するときに発生する加速度による金属丸棒の他端面の運動速度を光学測定器で計測し、

前記直流加速度センサの信号と前記光学測定器の信号により、該直流加速度センサの周波数応答を求めることを特徴とする直流加速度センサの周波数特性測定方法。

【請求項 3】 金属丸棒の中心軸を重力加速度方向に対して所定角度傾斜させて支持し、

飛翔体を金属丸棒の一端面に衝突させて弾性波パルスが金属丸棒内部に伝播させ、

前記弾性波パルスが前記金属丸棒の他端面で反射するときに発生する加速度を金属丸棒の他端面に設けた直流加速度センサで検出し、

前記金属丸棒の他端面で反射するときに発生する加速度による金属丸棒の歪みを金属丸棒の側面に設けた歪ゲージで計測し、

前記直流加速度センサの信号と前記歪ゲージの信号により、重量加速度が該直流加速度センサに影響を与えた該直流加速度センサの周波数応答を求め、

請求項 1 記載の直流加速度センサの周波数応答特性測定方法で求めたデータと前記周波数応答のデータを比較することにより、該直流加速度センサの周波数応答における重量加速度に対する特性を求めることを特徴とする直流加速度センサの周波数特性測定方法。

【請求項 4】 金属丸棒の中心軸を重力加速度方向に対して所定角度傾斜させて支持し、

飛翔体を金属丸棒の一端面に衝突させて弾性波パルスが金属丸棒内部に伝播させ、

前記弾性波パルスが前記金属丸棒の他端面で反射するときに発生する加速度を金属丸棒の他端面に設けた直流加速度センサで検出し、

前記金属丸棒の他端面で反射するときに発生する加速度による金属丸棒の他端面の運動速度を光学測定器で計測し、

前記直流加速度センサの信号と前記光学測定器の信号により、重量加速度が該直流加速度センサに影響を与えた該直流加速度センサの周波数応答を求め、

請求項 2 記載の直流加速度センサの周波数応答特性測定方法で求めたデータと前記周波数応答のデータを比較することにより、該直流加速度センサの周波数応答における重量加速度に対する特性を求めることを特徴とする直流加速度センサの周波数特性測定方法。

【請求項 5】 金属丸棒の中心軸を重力加速度方向に一致させて支持し、

前記金属丸棒の支持を開放して自由落下状態とし、

前記金属丸棒の支持の開放期間中に飛翔体を金属丸棒の一端面に衝突させて弾性波パルスが金属丸棒内部に伝播させ、

前記弾性波パルスが前記金属丸棒の他端面で反射するときに発生する加速度を金属丸棒の他端面に設けた直流加速度センサで検出し、

前記金属丸棒の他端面で反射するときに発生する加速度による金属丸棒の歪み

を金属丸棒の側面に設けた歪ゲージで計測し、

前記計測直後に前記金属丸棒の支持を行い、

前記直流加速度センサの信号と前記歪ゲージの信号により、該直流加速度センサの周波数応答を求めることを特徴とする直流加速度センサの周波数特性測定方法。

【請求項 6】 金属丸棒の中心軸を重力加速度方向に一致させて支持し、

前記金属丸棒の支持を開放して自由落下状態とし、

前記金属丸棒の支持の開放期間中に飛翔体を金属丸棒の一端面に衝突させて弾性波パルスが金属丸棒内部に伝播させ、

前記弾性波パルスが前記金属丸棒の他端面で反射するときに発生する加速度を金属丸棒の他端面に設けた直流加速度センサで検出し、

前記金属丸棒の他端面で反射するときに発生する加速度による金属丸棒の他端面の運動を光学測定器で計測し、

前記計測直後に前記金属丸棒の支持を行い、

前記直流加速度センサの信号と前記光学測定器の信号により、該直流加速度センサの周波数応答を求めることを特徴とする直流加速度センサの周波数特性測定方法。

【請求項 7】 金属丸棒の一端部に飛翔体を衝突させて該金属丸棒内に弾性波パルスを発生させ、

前記各飛翔体の衝突によって発生した弾性波パルスが前記金属丸棒の他端部で反射したときに生じる端面に垂直な方向の動的変位、速度、加速度のいずれかを該他端面に設けた直流加速度センサへの入力信号とし、

時刻の関数になる前記入力信号を直流加速度センサで検出すると共に金属丸棒側面に設けた歪ゲージで計測し、

前記直流加速度センサの出力信号と前記歪ゲージの出力信号に対して信号処理演算を行い、

前記各信号処理演算を行ったデータに基づいて前記直流加速度センサの動的変位検出機能、速度検出機能、加速度検出機能の各機能に関する直流加速度センサの、ゲインー周波数特性、位相ー周波数特性、及びピーク感度を測定することを

特徴とする請求項 1、3、5 項に記載の直流加速度センサの周波数特性測定方法

【請求項 8】 金属丸棒の一端部に飛翔体を衝突させて該金属丸棒内に弾性波パルスが発生させ、

前記各飛翔体の衝突によって発生した弾性波パルスが前記金属丸棒の他端部で反射したときに生じる端面に垂直な方向の動的変位、速度、加速度のいずれかを該他端面に設けた直流加速度センサへの入力信号とし、

時刻の関数になる前記入力信号を直流加速度センサで検出すると共に金属丸棒側面に設けた歪ゲージで計測し、

前記直流加速度センサの出力信号と前記歪ゲージの出力信号に対して信号処理演算を行うと共に、前記歪ゲージの出力信号に対して弾性波理論に基づく誤差補正を行い、

前記各信号処理演算及び誤差補正を行ったデータに基づいて前記直流加速度センサの動的変位検出機能、速度検出機能、加速度検出機能の各機能に関する直流加速度センサの、ゲイン－周波数特性、位相－周波数特性、及びピーク感度を測定することを特徴とする請求項 1、3、5 項に記載の直流加速度センサの周波数特性測定方法。

【請求項 9】 金属丸棒の一端部に飛翔体を衝突させて該金属丸棒内に弾性波パルスが発生させ、

前記各飛翔体の衝突によって発生した弾性波パルスが前記金属丸棒の他端部で反射したときに生じる端面に垂直な方向の動的変位、速度、加速度のいずれかを該他端面に設けた直流加速度センサへの入力信号とし、

時刻の関数になる前記入力信号を直流加速度センサで検出すると共に直接光学測定器で計測し、

前記直流加速度センサの出力信号と前記光学測定器の出力信号に対して信号処理演算を行い、

前記各信号処理演算を行ったデータに基づいて前記直流加速度センサの動的変位検出機能、速度検出機能、加速度検出機能の各機能に関する直流加速度センサの、ゲイン－周波数特性、位相－周波数特性、及びピーク感度を測定することを

特徴とする請求項 2、4、6 項に記載の直流加速度センサの周波数特性測定方法

【請求項 10】 金属丸棒の一端部に飛翔体を衝突させて該金属丸棒内に弾性波パルスが発生させ、

前記各飛翔体の衝突によって発生した弾性波パルスが前記金属丸棒の他端部で反射したときに生じる端面に垂直な方向の動的変位、速度、加速度のいずれかを該他端面に設けた直流加速度センサへの入力信号とし、

時刻の関数になる前記入力信号を直流加速度センサで検出すると共に金属丸棒側面に設けた歪ゲージで計測し、

前記直流加速度センサの出力信号と前記歪ゲージの出力信号に対して信号処理演算を行うと共に、前記歪ゲージの出力信号に対して弾性波理論に基づく誤差補正を行い、

前記光学測定器により求めた歪ゲージの動特性に関する補正関数を用いてゲージによる測定結果を補正し、

前記各信号処理演算及び誤差補正並びに測定結果の補正を行ったデータに基づいて前記直流加速度センサの動的変位検出機能、速度検出機能、加速度検出機能の各機能に関する直流加速度センサの、ゲイン－周波数特性、位相－周波数特性、及びピーク感度を測定することを特徴とする請求項 1、3、5 項に記載の直流加速度センサの周波数特性測定方法。

【請求項 11】 前記金属丸棒側面に設けた歪ゲージは、金属丸棒の端面から異なる距離の箇所に複数設けたことを特徴とする請求項 7、8、10 記載の直流加速度センサの周波数特性測定方法。

【請求項 12】 前記金属丸棒側面に設けた歪ゲージは、金属丸棒の端面から等しい距離の円周上に複数設けたものであることを特徴とする請求項 7、8、10、11 記載の直流加速度センサの周波数特性測定方法。

【請求項 13】 前記金属丸棒の一端部に衝突させる飛翔体は、同心円状の多重の発射管を備えた発射装置から発射する同心円状の複数の飛翔体であり、

前記発射装置は、各飛翔体を独立して各々の発射時期を精密に制御して発射することを特徴とする請求項 7 乃至 12 のいずれか一つに記載の直流加速度センサ

の周波数特性測定方法。

【請求項 14】 金属丸棒の中心軸を重力加速度方向に一致させて支持する金属丸棒支持装置と、

飛翔体を金属丸棒の一端面に衝突させて弾性波パルスが金属丸棒内部に伝播させる飛翔体発射装置と、

前記弾性波パルスが前記金属丸棒の他端面で反射するときに発生する加速度を検出する金属丸棒の他端面に設けた直流加速度センサと、

前記金属丸棒の他端面で反射するときに発生する加速度による金属丸棒の歪みを計測する金属丸棒の側面に設けた歪ゲージと、

前記直流加速度センサの信号と前記歪ゲージの信号により、該直流加速度センサの周波数応答を演算する演算手段とを備えたことを特徴とする直流加速度センサの周波数特性測定装置。

【請求項 15】 金属丸棒の中心軸を重力加速度方向に一致させて支持する金属丸棒支持装置と、

飛翔体を金属丸棒の一端面に衝突させて弾性波パルスが金属丸棒内部に伝播させる飛翔体発射装置と、

前記弾性波パルスが前記金属丸棒の他端面で反射するときに発生する加速度を検出する金属丸棒の他端面に設けた直流加速度センサと、

前記金属丸棒の他端面で反射するときに発生する加速度による金属丸棒の他端面の運動速度を計測する光学測定器と、

前記直流加速度センサの信号と前記光学測定器の信号により、該直流加速度センサの周波数応答を演算する演算手段とを備えたことを特徴とする直流加速度センサの周波数特性測定装置。

【請求項 16】 金属丸棒の中心軸を重力加速度方向に対して所定角度傾斜させて支持する金属丸棒支持装置と、

飛翔体を金属丸棒の一端面に衝突させて弾性波パルスが金属丸棒内部に伝播させる飛翔体発射装置と、

前記弾性波パルスが前記金属丸棒の他端面で反射するときに発生する加速度を検出する金属丸棒の他端面に設けた直流加速度センサと、

前記金属丸棒の他端面で反射するときに発生する加速度による金属丸棒の歪みを計測する金属丸棒の側面に設けた歪ゲージと、

前記直流加速度センサの信号と前記歪ゲージの信号により、重量加速度が該直流加速度センサに影響を与えた該直流加速度センサの周波数応答を求め、請求項 14 記載の直流加速度センサの周波数応答特性測定装置で求めたデータと前記周波数応答のデータを比較することにより、該直流加速度センサの周波数応答における重量加速度に対する特性を演算する演算手段とを備えたことを特徴とする直流加速度センサの周波数特性測定装置。

【請求項 17】 金属丸棒の中心軸を重力加速度方向に対して所定角度傾斜させて支持する金属丸棒支持装置と、

飛翔体を金属丸棒の一端面に衝突させて弾性波パルスが金属丸棒内部に伝播させる飛翔体発射装置と、

前記弾性波パルスが前記金属丸棒の他端面で反射するときに発生する加速度を検出する金属丸棒の他端面に設けた直流加速度センサと、

前記金属丸棒の他端面で反射するときに発生する加速度による金属丸棒の他端面の運動速度を計測する光学測定器と、

前記直流加速度センサの信号と前記光学測定器の信号により、重量加速度が該直流加速度センサに影響を与えた該直流加速度センサの周波数応答を求め、請求項 15 記載の直流加速度センサの周波数応答特性測定装置で求めたデータと前記周波数応答のデータを比較することにより、該直流加速度センサの周波数応答における重量加速度に対する特性を演算する演算手段とを備えたことを特徴とする直流加速度センサの周波数特性測定装置。

【請求項 18】 金属丸棒の中心軸を重力加速度方向に一致させて支持し、一旦前記金属丸棒の支持を開放して自由落下状態とし、その所定時間後に再び支持する金属丸棒支持装置と、

前記金属丸棒の支持の開放期間中に、飛翔体を金属丸棒の一端面に衝突させて弾性波パルスが金属丸棒内部に伝播させる飛翔体発射装置と、

前記金属丸棒の支持の開放期間中に、前記弾性波パルスが前記金属丸棒の他端面で反射するときに発生する加速度を検出する金属丸棒の他端面に設けた直流加

速度センサと、

前記金属丸棒の他端面で反射するときに発生する加速度による金属丸棒の歪みを計測する金属丸棒の側面に設けた歪ゲージと、

前記直流加速度センサの信号と前記歪ゲージの信号により、該直流加速度センサの周波数応答を演算する演算装置とを備えたことを特徴とする直流加速度センサの周波数特性測定装置。

【請求項 19】 金属丸棒の中心軸を重力加速度方向に一致させて支持し、一旦前記金属丸棒の支持を開放して自由落下状態とし、その所定時間後に再び支持する金属丸棒支持装置と、

前記金属丸棒の支持の開放期間中に、飛翔体を金属丸棒の一端面に衝突させて弾性波パルスを金属丸棒内部に伝播させる飛翔体発射装置と、

前記金属丸棒の支持の開放期間中に、前記弾性波パルスが前記金属丸棒の他端面で反射するときに発生する加速度を検出する金属丸棒の他端面に設けた直流加速度センサと、

前記金属丸棒の他端面で反射するときに発生する加速度による金属丸棒の他端面の運動を計測する光学測定器と、

前記直流加速度センサの信号と前記光学測定器の信号により、該直流加速度センサの周波数応答を演算する演算装置とを備えたことを特徴とする直流加速度センサの周波数特性測定装置。

【請求項 20】 金属丸棒の一端部に飛翔体を衝突させて該金属丸棒内に弾性波パルスを発生させる金属丸棒発射装置と、

前記各飛翔体の衝突によって発生した弾性波パルスが前記金属丸棒の他端部で反射したときに生じる端面に垂直な方向の動的変位、速度、加速度のいずれかを該他端面に設けた直流加速度センサへの入力信号とし、時刻の関数になる前記入力信号を検出する直流加速度センサと、

前記入力信号を検出する金属丸棒側面に設けた歪ゲージと、

前記直流加速度センサの出力信号と前記歪ゲージの出力信号に対して信号処理演算を行い、前記各信号処理演算を行ったデータに基づいて前記直流加速度センサの動的変位検出機能、速度検出機能、加速度検出機能の各機能に関する直流加

速度センサの、ゲイン－周波数特性、位相－周波数特性、及びピーク感度を測定する演算装置とを備えたことを特徴とする請求項14、16、18に記載の直流加速度センサの周波数特性測定装置。

【請求項21】 金属丸棒の一端部に飛翔体を衝突させて該金属丸棒内に弾性波パルスが発生させる金属丸棒発射装置と、

前記各飛翔体の衝突によって発生した弾性波パルスが前記金属丸棒の他端部で反射したときに生じる端面に垂直な方向の動的変位、速度、加速度のいずれかを該他端面に設けた直流加速度センサへの入力信号とし、時刻の関数になる前記入力信号を検出する直流加速度センサと、

前記入力信号を検出する金属丸棒側面に設けた歪ゲージと、

前記直流加速度センサの出力信号と前記歪ゲージの出力信号に対して信号処理演算を行うと共に、前記歪ゲージの出力信号に対して弾性波理論に基づく誤差補正を行い、前記各信号処理演算及び誤差補正を行ったデータに基づいて前記直流加速度センサの動的変位検出機能、速度検出機能、加速度検出機能の各機能に関する直流加速度センサの、ゲイン－周波数特性、位相－周波数特性、及びピーク感度を測定する演算装置とを備えたことを特徴とする請求項14、16、18に記載の直流加速度センサの周波数特性測定装置。

【請求項22】 金属丸棒の一端部に飛翔体を衝突させて該金属丸棒内に弾性波パルスが発生させる金属丸棒発射装置と、

前記各飛翔体の衝突によって発生した弾性波パルスが前記金属丸棒の他端部で反射したときに生じる端面に垂直な方向の動的変位、速度、加速度のいずれかを該他端面に設けた直流加速度センサへの入力信号とし、時刻の関数になる前記入力信号を検出する直流加速度センサと、

前記入力信号を直接検出するに光学測定器と、

前記直流加速度センサの出力信号と前記光学測定器の出力信号に対して信号処理演算を行い、前記各信号処理演算を行ったデータに基づいて前記直流加速度センサの動的変位検出機能、速度検出機能、加速度検出機能の各機能に関する直流加速度センサの、ゲイン－周波数特性、位相－周波数特性、及びピーク感度を測定する演算装置とを備えたことを特徴とする請求項15、17、19に記載の直

流加速度センサの周波数特性測定装置。

【請求項 2 3】 金属丸棒の一端部に飛翔体を衝突させて該金属丸棒内に弾性波パルスが発生させる金属丸棒発射装置と、

前記各飛翔体の衝突によって発生した弾性波パルスが前記金属丸棒の他端部で反射したときに生じる端面に垂直な方向の動的変位、速度、加速度のいずれかを該他端面に設けた直流加速度センサへの入力信号とし、時刻の関数になる前記入力信号を検出する直流加速度センサと、

前記入力信号を検出する金属丸棒側面に設けた歪ゲージと、

前記直流加速度センサの出力信号と前記歪ゲージの出力信号に対して信号処理演算を行うと共に、前記歪ゲージの出力信号に対して弾性波理論に基づく誤差補正を行い、前記光学測定器により求めた歪ゲージの動特性に関する補正関数を用いてゲージによる測定結果を補正し、前記各信号処理演算及び誤差補正並びに測定結果の補正を行ったデータに基づいて前記直流加速度センサの動的変位検出機能、速度検出機能、加速度検出機能の各機能に関する直流加速度センサの、ゲイン-周波数特性、位相-周波数特性、及びピーク感度を測定する演算装置とを備えたことを特徴とする請求項 1 4、1 6、1 8 に記載の直流加速度センサの周波数特性測定装置。

【請求項 2 4】 前記金属丸棒側面に設けた歪ゲージは、金属丸棒の端面から異なる距離の箇所に複数設けたことを特徴とする請求項 2 0、2 1、2 3 記載の直流加速度センサの周波数特性測定装置。

【請求項 2 5】 前記金属丸棒側面に設けた歪ゲージは、金属丸棒の端面から等しい距離の円周上に複数設けたものであることを特徴とする請求項 2 0、2 1、2 3、2 4 記載の直流加速度センサの周波数特性測定装置。

【請求項 2 6】 前記金属丸棒の一端部に衝突させる飛翔体は、同心円状の多重の発射管を備えた発射装置から発射する同心円状の複数の飛翔体であり、

前記発射装置は、各飛翔体を独立して各々の発射時期を精密に制御して発射することを特徴とする請求項 1 4 乃至 2 5 のいずれか一つに記載の直流加速度センサの周波数特性測定装置。

【請求項 2 7】 前記発射装置において飛翔体を発射する発射管は、飛翔体

との接触面に摩擦低減用表面処理を施したことを特徴とする請求項 1 4 乃至 2 6 のいずれか一つに記載の直流加速度センサの周波数特性測定装置。

【請求項 2 8】 前記直流加速度センサの周波数特性測定装置は、前記直流加速度センサの低ピーク狭周波数帯域衝撃加速度による周波数特性を測定するものであることを特徴とする請求項 1 4 乃至 2 7 のいずれか一つに記載の直流加速度センサの周波数特性測定装置。

【請求項 2 9】 前記光学測定器はレーザ干渉計であることを特徴とする請求項 1 5、1 7、1 9、2 2 乃至 2 8 のいずれか一つに記載の直流加速度センサの周波数特性測定装置。

【請求項 3 0】 前記金属丸棒端面に金属球を接触させ、前記発射装置は前記多重の発射管から同心円上の複数の飛翔体を、該金属球に対して発射時期を精密に制御して発射させ、金属丸棒内部に弾性波パルスを発生させることを特徴とする請求項 2 6 に記載の加速度センサの動的線形性計測装置。

【請求項 3 1】 前記飛翔体が異なる材料の積層構造をもち、該積層構造をもつ飛翔体の衝突により金属丸棒内に発生する弾性波パルスの周波数帯域を制御することを特徴とする請求項 1 4 乃至 2 9 のいずれか一つに記載の加速度センサの動的線形性計測装置。

【請求項 3 2】 前記金属丸棒中の弾性波伝播の理論によって、歪ゲージ出力信号から端面に入射する弾性波パルスの過渡歪信号を求める際に、級数に展開されたスカラクの解析解の少なくとも 1 次の項を用いることを特徴とする請求項 1 4 乃至 2 9 のいずれか一つに記載の加速度センサの動的線形性計測装置。

【請求項 3 3】 前記金属丸棒中の弾性波伝播の理論によって、歪ゲージ出力信号から端面に入射する弾性波パルスの過渡歪信号を求める際に、級数に展開されたスカラクの解析解の高次の項迄を用いることを特徴とする請求項 1 4 乃至 2 9 のいずれか一つに記載の加速度センサの動的線形性計測装置。

【請求項 3 4】 発射装置から発射時期を精密に制御して発射される複数の飛翔体により創製される入力加速度波形と周波数帯域によって、直流加速度センサのピーク感度を決定することを特徴とする請求項 1 4 乃至 2 9 のいずれか一つに記載の加速度センサの動的線形性計測装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術の分野】

本発明は、車両衝突安全、ロボット、輸送機器、原子力発電関連諸機器、船舶、宇宙航空機器等の加速度の計測が必要不可欠な分野に用いられる加速度センサに関し、特に、地震計、自動車サスペンション、建築構造物の耐地震特性、慣性航法用加速度センサのように、周波特性、重量加速度の影響を評価することが特に重要な直流型加速度センサの評価装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

例えば車両衝突安全、ロボット、輸送機器、原子力発電関連諸機器、船舶、宇宙航空機器等の広範な分野で加速度センサが用いられているが、特に、地震計、自動車サスペンション、建築構造物の耐地震特性、慣性航法等に用いられる加速度センサは、加速度の変化分しか検出しない交流型とは異なり、一定値の加速度から検出するいわゆる直流型をなすセンサが用いられている（以下、上記のようなセンサを、「直流加速度センサ」という）。

【0003】

このような直流加速度センサにおいて、その計測標準の対象となっている加速度センサは、従来は圧電型加速度センサである。しかしながら、圧電型加速度センサは交流加速度しか検出しない加速度センサ（以下交流加速度もしくは交流加速度センサと呼ぶ）であり、地震計などの直流加速度から検出する加速度センサを衝撃加速度で校正する装置は未だ開発されていなかった。

【0004】

従来、加速度センサを一次元振動台に設置し、振動台の運動をレーザ干渉計で測定する手法が最も信頼性の高い手法とみなされ、一次標準として用いられてきた。衝撃加速度を発生させる手法としては、単純な発射管から金属製飛翔体を発射させて棒端面に衝突させ、棒内部に発生させた弾性波パルスが加速度センサを取りつけたもう一方の棒端面での反射の際に発生する衝撃加速度で加速度センサの周波数特性を評価する手法が提案されている。

【 0 0 0 5 】

【課題を解決するための手段】

上記のような飛翔体を棒端面に衝突させる手法では、棒内に発生させる弾性波の継続時間を制御できないことから、発生させる衝撃加速度の継続時間が短かすぎたり、周波数帯域が広すぎるといった欠点があった。

【 0 0 0 6 】

また、直流加速度センサは、重力の影響を受けるため、直流分として印加されている加速度が周波数特性に及ぼす影響を明確にすることが従来はできなかった。即ち、地震計のように重力加速度が直流分として印加される直流加速度センサについては、設置場所や、地盤の傾斜が特性にどのように影響しているかを調べる必要があるにもかかわらず、その要求を満足する技術がなかった。

【 0 0 0 7 】

更に、直流加速度計の校正に際して、振動台に直流加速度計を取付け、この振動台で低衝撃加速度を発生させることは可能であるが、垂直方向に低衝撃加速度を発生させても、横方向に発生してしまう加速度を抑制することがきわめて困難である。

【 0 0 0 8 】

また、金属棒に飛翔体を衝突させる前記の手法では、単に金属棒に弾性波パルスが発生させるのみであるので、発生する衝撃加速度の周波数帯域を制御することができなかった。

【 0 0 0 9 】

したがって本発明は、衝撃加速度波形、周波数帯域を自由に制御することができるようにし、直流加速度を検出する直流加速度センサの周波数特性を重量加速度の影響の評価を含めて、正確に且つ容易に計測し評価することができる直流加速度センサの周波数特性計測方法、及びその方法を実施する装置を提供し、また校正する加速度センサに対して与える加速度波形を、その継続時間、ピーク値、波形、波形のスペクトルなどを容易に制御して衝撃加速度を発生して加速度センサを校正する方法、及び校正する装置を提供することを目的とする。

【 0 0 1 0 】

【課題を解決するための手段】

本発明は上記課題を次に述べるような基本思想によって解決を図ろうとするものである。即ち、弾性波パルスが伝播する金属丸棒の中心軸を重力加速度方向に設置する。金属丸棒内部を伝播する弾性波パルスが端面で反射する過程で加速度が発生する。

【0011】

その際、弾性波パルス波形に影響を及ぼさないようにするために、パルスの往復時間という非常に短い時間（10ms以下）だけ中金属丸棒の把持機能が無効にする。棒の慣性により短時間だけ把持を無効にしても、金属丸棒の落下距離は殆ど無視することが可能とである。

【0012】

特性の周波数における直流加速度センサの動的特性（ゲイン特性、位相特性）については、データの収集方法と信号処理で対応する。

【0013】

重力加速度の違いが直流型加速度センサの周波数特性に及ぼす影響は、同軸上に配置した弾性波パルスが伝播する金属丸棒と飛翔体の発射管を傾斜させることによって求められる。

【0014】

また、直流型加速度センサ取り付け台の傾斜が直流型加速度センサの周波数特性に及ぼす影響は、金属丸棒を傾斜した時の周波数特性と、傾斜していない時の周波数特性を比較することで、求められる。

【0015】

更に、金属丸棒内部に発生する弾性波の周波数帯域を制御するためには、飛翔体の発射管を多重にする。弾性波であることから重ね合わせの原理が成り立つので、飛翔体発射のタイミングを制御することにより、弾性波パルスの継続時間を制御することにより、発生加速度の周波数帯域の制御が可能になる。

【0016】

上記のような基本思想により解決される本発明は、更に次に示すようなより具体的な方法及び装置の構成を採用する。即ち、請求項1に係る発明は、金属丸棒

の中心軸を重力加速度方向に一致させて支持し、飛翔体を金属丸棒の一端面に衝突させて弾性波パルスが金属丸棒内部に伝播させ、前記弾性波パルスが前記金属丸棒の他端面で反射するときに発生する加速度を金属丸棒の他端面に設けた直流加速度センサで検出し、前記金属丸棒の他端面で反射するときに発生する加速度による金属丸棒の歪みを金属丸棒の側面に設けた歪ゲージで計測し、前記直流加速度センサの信号と前記歪ゲージの信号により、該直流加速度センサの周波数応答を求めることを特徴とする直流加速度センサの周波数特性測定方法としたものである。

【 0 0 1 7 】

また、請求項 2 に係る発明は、金属丸棒の中心軸を重力加速度方向に一致させて支持し、飛翔体を金属丸棒の一端面に衝突させて弾性波パルスが金属丸棒内部に伝播させ、前記弾性波パルスが前記金属丸棒の他端面で反射するときに発生する加速度を金属丸棒の他端面に設けた直流加速度センサで検出し、前記金属丸棒の他端面で反射するときに発生する加速度による金属丸棒の他端面の運動速度を光学測定器で計測し、前記直流加速度センサの信号と前記光学測定器の信号により、該直流加速度センサの周波数応答を求めることを特徴とする直流加速度センサの周波数特性測定方法としたものである。

【 0 0 1 8 】

また、請求項 3 に係る発明は、金属丸棒の中心軸を重力加速度方向に対して所定角度傾斜させて支持し、飛翔体を金属丸棒の一端面に衝突させて弾性波パルスを金属丸棒内部に伝播させ、前記弾性波パルスが前記金属丸棒の他端面で反射するときに発生する加速度を金属丸棒の他端面に設けた直流加速度センサで検出し、前記金属丸棒の他端面で反射するときに発生する加速度による金属丸棒の歪みを金属丸棒の側面に設けた歪ゲージで計測し、前記直流加速度センサの信号と前記歪ゲージの信号により、重量加速度が該直流加速度センサに影響を与えた該直流加速度センサの周波数応答を求め、請求項 1 記載の直流加速度センサの周波数応答特性測定方法で求めたデータと前記周波数応答のデータを比較することにより、該直流加速度センサの周波数応答における重量加速度に対する特性を求めることを特徴とする直流加速度センサの周波数特性測定方法としたものである。

【 0 0 1 9 】

また、請求項 4 に係る発明は、金属丸棒の中心軸を重力加速度方向に対して所定角度傾斜させて支持し、飛翔体を金属丸棒の一端面に衝突させて弾性波パルスを金属丸棒内部に伝播させ、前記弾性波パルスが前記金属丸棒の他端面で反射するときに発生する加速度を金属丸棒の他端面に設けた直流加速度センサで検出し、前記金属丸棒の他端面で反射するときに発生する加速度による金属丸棒の他端面の運動速度を光学測定器で計測し、前記直流加速度センサの信号と前記光学測定器の信号により、重量加速度が該直流加速度センサに影響を与えた該直流加速度センサの周波数応答を求め、請求項 2 記載の直流加速度センサの周波数応答特性測定方法で求めたデータと前記周波数応答のデータを比較することにより、該直流加速度センサの周波数応答における重量加速度に対する特性を求めることを特徴とする直流加速度センサの周波数特性測定方法としたものである。

【 0 0 2 0 】

また、請求項 5 に係る発明は、金属丸棒の中心軸を重力加速度方向に一致させて支持し、前記金属丸棒の支持を開放して自由落下状態とし、前記金属丸棒の支持の開放期間中に飛翔体を金属丸棒の一端面に衝突させて弾性波パルスを金属丸棒内部に伝播させ、前記弾性波パルスが前記金属丸棒の他端面で反射するときに発生する加速度を金属丸棒の他端面に設けた直流加速度センサで検出し、前記金属丸棒の他端面で反射するときに発生する加速度による金属丸棒の歪みを金属丸棒の側面に設けた歪ゲージで計測し、前記計測直後に前記金属丸棒の支持を行い、前記直流加速度センサの信号と前記歪ゲージの信号により、該直流加速度センサの周波数応答を求めることを特徴とする直流加速度センサの周波数特性測定方法としたものである。

【 0 0 2 1 】

また、請求項 6 に係る発明は、に係る発明は、金属丸棒の中心軸を重力加速度方向に一致させて支持し、前記金属丸棒の支持を開放して自由落下状態とし、前記金属丸棒の支持の開放期間中に飛翔体を金属丸棒の一端面に衝突させて弾性波パルスを金属丸棒内部に伝播させ、前記弾性波パルスが前記金属丸棒の他端面で反射するときに発生する加速度を金属丸棒の他端面に設けた直流加速度センサで

検出し、前記金属丸棒の他端面で反射するときに発生する加速度による金属丸棒の他端面の運動を光学測定器で計測し、前記計測直後に前記金属丸棒の支持を行い、前記直流加速度センサの信号と前記光学測定器の信号により、該直流加速度センサの周波数応答を求めることを特徴とする直流加速度センサの周波数特性測定方法としたものである。

【 0 0 2 2 】

また、請求項 7 に係る発明は、金属丸棒の一端部に飛翔体を衝突させて該金属丸棒内に弾性波パルスが発生させ、前記各飛翔体の衝突によって発生した弾性波パルスが前記金属丸棒の他端部で反射したときに生じる端面に垂直な方向の動の変位、速度、加速度のいずれかを該他端面に設けた直流加速度センサへの入力信号とし、時刻の関数になる前記入力信号を直流加速度センサで検出すると共に金属丸棒側面に設けた歪ゲージで計測し、前記直流加速度センサの出力信号と前記歪ゲージの出力信号に対して信号処理演算を行い、前記各信号処理演算を行ったデータに基づいて前記直流加速度センサの動の変位検出機能、速度検出機能、加速度検出機能の各機能に関する直流加速度センサの、ゲイン－周波数特性、位相－周波数特性、及びピーク感度を測定することを特徴とする請求項 1、3、5 項に記載の直流加速度センサの周波数特性測定方法としたものである。

【 0 0 2 3 】

また、請求項 8 に係る発明は、金属丸棒の一端部に飛翔体を衝突させて該金属丸棒内に弾性波パルスが発生させ、前記各飛翔体の衝突によって発生した弾性波パルスが前記金属丸棒の他端部で反射したときに生じる端面に垂直な方向の動の変位、速度、加速度のいずれかを該他端面に設けた直流加速度センサへの入力信号とし、時刻の関数になる前記入力信号を直流加速度センサで検出すると共に金属丸棒側面に設けた歪ゲージで計測し、前記直流加速度センサの出力信号と前記歪ゲージの出力信号に対して信号処理演算を行うと共に、前記歪ゲージの出力信号に対して弾性波理論に基づく誤差補正を行い、前記各信号処理演算及び誤差補正を行ったデータに基づいて前記直流加速度センサの動の変位検出機能、速度検出機能、加速度検出機能の各機能に関する直流加速度センサの、ゲイン－周波数特性、位相－周波数特性、及びピーク感度を測定することを特徴とする請求項 1

、 3、 5 項に記載の直流加速度センサの周波数特性測定方法としたものである。

【 0 0 2 4 】

また、請求項 9 に係る発明は、金属丸棒の一端部に飛翔体を衝突させて該金属丸棒内に弾性波パルスを発生させ、前記各飛翔体の衝突によって発生した弾性波パルスが前記金属丸棒の他端部で反射したときに生じる端面に垂直な方向の動の変位、速度、加速度のいずれかを該他端面に設けた直流加速度センサへの入力信号とし、時刻の関数になる前記入力信号を直流加速度センサで検出すると共に直接光学測定器で計測し、前記直流加速度センサの出力信号と前記光学測定器の出力信号に対して信号処理演算を行い、前記各信号処理演算を行ったデータに基づいて前記直流加速度センサの動の変位検出機能、速度検出機能、加速度検出機能の各機能に関する直流加速度センサの、ゲイン－周波数特性、位相－周波数特性、及びピーク感度を測定することを特徴とする請求項 2、 4、 6 項に記載の直流加速度センサの周波数特性測定方法としたものである。

【 0 0 2 5 】

また、請求項 1 0 に係る発明は、金属丸棒の一端部に飛翔体を衝突させて該金属丸棒内に弾性波パルスを発生させ、前記各飛翔体の衝突によって発生した弾性波パルスが前記金属丸棒の他端部で反射したときに生じる端面に垂直な方向の動の変位、速度、加速度のいずれかを該他端面に設けた直流加速度センサへの入力信号とし、時刻の関数になる前記入力信号を直流加速度センサで検出すると共に金属丸棒側面に設けた歪ゲージで計測し、前記直流加速度センサの出力信号と前記歪ゲージの出力信号に対して信号処理演算を行うと共に、前記歪ゲージの出力信号に対して弾性波理論に基づく誤差補正を行い、前記光学測定器により求めた歪ゲージの動特性に関する補正関数を用いてゲージによる測定結果を補正し、前記各信号処理演算及び誤差補正並びに測定結果の補正を行ったデータに基づいて前記直流加速度センサの動の変位検出機能、速度検出機能、加速度検出機能の各機能に関する直流加速度センサの、ゲイン－周波数特性、位相－周波数特性、及びピーク感度を測定することを特徴とする請求項 1、 3、 5 項に記載の直流加速度センサの周波数特性測定方法としたものである。

【 0 0 2 6 】

また、請求項 11 に係る発明は、前記金属丸棒側面に設けた歪ゲージは、金属丸棒の端面から異なる距離の箇所に複数設けたことを特徴とする請求項 7、8、10 記載の直流加速度センサの周波数特性測定方法としたものである。

【0027】

また、請求項 12 に係る発明は、前記金属丸棒側面に設けた歪ゲージは、金属丸棒の端面から等しい距離の円周上に複数設けたものであることを特徴とする請求項 7、8、10、11 記載の直流加速度センサの周波数特性測定方法としたものである。

【0028】

また、請求項 13 に係る発明は、前記金属丸棒の一端部に衝突させる飛翔体は、同心円状の多重の発射管を備えた発射装置から発射する同心円状の複数の飛翔体であり、前記発射装置は、各飛翔体を独立して各々の発射時期を精密に制御して発射することを特徴とする請求項 7 乃至 12 のいずれか一つに記載の直流加速度センサの周波数特性測定方法としたものである。

【0029】

また、請求項 14 に係る発明は、金属丸棒の中心軸を重力加速度方向に一致させて支持する金属丸棒支持装置と、飛翔体を金属丸棒の一端面に衝突させて弾性波パルスを金属丸棒内部に伝播させる飛翔体発射装置と、前記弾性波パルスが前記金属丸棒の他端面で反射するときに発生する加速度を検出する金属丸棒の他端面に設けた直流加速度センサと、前記金属丸棒の他端面で反射するときに発生する加速度による金属丸棒の歪みを計測する金属丸棒の側面に設けた歪ゲージと、前記直流加速度センサの信号と前記歪ゲージの信号により、該直流加速度センサの周波数応答を演算する演算手段とを備えたことを特徴とする直流加速度センサの周波数特性測定装置としたものである。

【0030】

また、請求項 15 に係る発明は、金属丸棒の中心軸を重力加速度方向に一致させて支持する金属丸棒支持装置と、飛翔体を金属丸棒の一端面に衝突させて弾性波パルスを金属丸棒内部に伝播させる飛翔体発射装置と、前記弾性波パルスが前記金属丸棒の他端面で反射するときに発生する加速度を検出する金属丸棒の他端

面に設けた直流加速度センサと、前記金属丸棒の他端面で反射するときに発生する加速度による金属丸棒の他端面の運動速度を計測する光学測定器と、前記直流加速度センサの信号と前記光学測定器の信号により、該直流加速度センサの周波数応答を演算する演算手段とを備えたことを特徴とする直流加速度センサの周波数特性測定装置としたものである。

【0031】

また、請求項16に係る発明は、金属丸棒の中心軸を重力加速度方向に対して所定角度傾斜させて支持する金属丸棒支持装置と、飛翔体を金属丸棒の一端面に衝突させて弾性波パルスが金属丸棒内部に伝播させる飛翔体発射装置と、前記弾性波パルスが前記金属丸棒の他端面で反射するときに発生する加速度を検出する金属丸棒の他端面に設けた直流加速度センサと、前記金属丸棒の他端面で反射するときに発生する加速度による金属丸棒の歪みを計測する金属丸棒の側面に設けた歪ゲージと、前記直流加速度センサの信号と前記歪ゲージの信号により、重量加速度が該直流加速度センサに影響を与えた該直流加速度センサの周波数応答を求め、請求項14記載の直流加速度センサの周波数応答特性測定方法で求めたデータと前記周波数応答のデータを比較することにより、該直流加速度センサの周波数応答における重量加速度に対する特性を演算する演算手段とを備えたことを特徴とする直流加速度センサの周波数特性測定装置としたものである。

【0032】

また、請求項17に係る発明は、金属丸棒の中心軸を重力加速度方向に対して所定角度傾斜させて支持する金属丸棒支持装置と、飛翔体を金属丸棒の一端面に衝突させて弾性波パルスが金属丸棒内部に伝播させる飛翔体発射装置と、前記弾性波パルスが前記金属丸棒の他端面で反射するときに発生する加速度を検出する金属丸棒の他端面に設けた直流加速度センサと、前記金属丸棒の他端面で反射するときに発生する加速度による金属丸棒の他端面の運動速度を計測する光学測定器と、前記直流加速度センサの信号と前記光学測定器の信号により、重量加速度が該直流加速度センサに影響を与えた該直流加速度センサの周波数応答を求め、請求項15記載の直流加速度センサの周波数応答特性測定方法で求めたデータと前記周波数応答のデータを比較することにより、該直流加速度センサの周波数応

答における重量加速度に対する特性を演算する演算手段とを備えたことを特徴とする直流加速度センサの周波数特性測定装置としたものである。

【 0 0 3 3 】

また、請求項 1 8 に係る発明は、金属丸棒の中心軸を重力加速度方向に一致させて支持し、一旦前記金属丸棒の支持を開放して自由落下状態とし、その所定時間後に再び支持する金属丸棒支持装置と、前記金属丸棒の支持の開放期間中に、飛翔体を金属丸棒の一端面に衝突させて弾性波パルスが金属丸棒内部に伝播させる飛翔体発射装置と、前記金属丸棒の支持の開放期間中に、前記弾性波パルスが前記金属丸棒の他端面で反射するときに発生する加速度を検出する金属丸棒の他端面に設けた直流加速度センサと、前記金属丸棒の他端面で反射するときに発生する加速度による金属丸棒の歪みを計測する金属丸棒の側面に設けた歪ゲージと、前記直流加速度センサの信号と前記歪ゲージの信号により、該直流加速度センサの周波数応答を演算する演算装置とを備えたことを特徴とする直流加速度センサの周波数特性測定装置としたものである。

【 0 0 3 4 】

また、請求項 1 9 に係る発明は、金属丸棒の中心軸を重力加速度方向に一致させて支持し、一旦前記金属丸棒の支持を開放して自由落下状態とし、その所定時間後に再び支持する金属丸棒支持装置と、前記金属丸棒の支持の開放期間中に、飛翔体を金属丸棒の一端面に衝突させて弾性波パルスが金属丸棒内部に伝播させる飛翔体発射装置と、前記金属丸棒の支持の開放期間中に、前記弾性波パルスが前記金属丸棒の他端面で反射するときに発生する加速度を検出する金属丸棒の他端面に設けた直流加速度センサと、前記金属丸棒の他端面で反射するときに発生する加速度による金属丸棒の他端面の運動を計測する光学測定器と、前記直流加速度センサの信号と前記光学測定器の信号により、該直流加速度センサの周波数応答を演算する演算装置とを備えたことを特徴とする直流加速度センサの周波数特性測定装置としたものである。

【 0 0 3 5 】

また、請求項 2 0 に係る発明は、金属丸棒の一端部に飛翔体を衝突させて該金属丸棒内に弾性波パルスを発生させる金属丸棒発射装置と、前記各飛翔体の衝突

によって発生した弾性波パルスが前記金属丸棒の他端部で反射したときに生じる端面に垂直な方向の動的変位、速度、加速度のいずれかを該他端面に設けた直流加速度センサへの入力信号とし、時刻の関数になる前記入力信号を検出する直流加速度センサと、前記入力信号を検出する金属丸棒側面に設けた歪ゲージと、前記直流加速度センサの出力信号と前記歪ゲージの出力信号に対して信号処理演算を行い、前記各信号処理演算を行ったデータに基づいて前記直流加速度センサの動的変位検出機能、速度検出機能、加速度検出機能の各機能に関する直流加速度センサの、ゲイン－周波数特性、位相－周波数特性、及びピーク感度を測定する演算装置とを備えたことを特徴とする請求項 1 4、1 6、1 8 に記載の直流加速度センサの周波数特性測定装置としたものである。

【 0 0 3 6 】

また、請求項 2 1 に係る発明は、金属丸棒の一端部に飛翔体を衝突させて該金属丸棒内に弾性波パルスを発生させる金属丸棒発射装置と、前記各飛翔体の衝突によって発生した弾性波パルスが前記金属丸棒の他端部で反射したときに生じる端面に垂直な方向の動的変位、速度、加速度のいずれかを該他端面に設けた直流加速度センサへの入力信号とし、時刻の関数になる前記入力信号を検出する直流加速度センサと、前記入力信号を検出する金属丸棒側面に設けた歪ゲージと、前記直流加速度センサの出力信号と前記歪ゲージの出力信号に対して信号処理演算を行うと共に、前記歪ゲージの出力信号に対して弾性波理論に基づく誤差補正を行い、前記各信号処理演算及び誤差補正を行ったデータに基づいて前記直流加速度センサの動的変位検出機能、速度検出機能、加速度検出機能の各機能に関する直流加速度センサの、ゲイン－周波数特性、位相－周波数特性、及びピーク感度を測定する演算装置とを備えたことを特徴とする請求項 1 4、1 6、1 8 に記載の直流加速度センサの周波数特性測定装置としたものである。

【 0 0 3 7 】

また、請求項 2 2 に係る発明は、金属丸棒の一端部に飛翔体を衝突させて該金属丸棒内に弾性波パルスを発生させる金属丸棒発射装置と、前記各飛翔体の衝突によって発生した弾性波パルスが前記金属丸棒の他端部で反射したときに生じる端面に垂直な方向の動的変位、速度、加速度のいずれかを該他端面に設けた直流

加速度センサへの入力信号とし、時刻の関数になる前記入力信号を検出する直流加速度センサと、前記入力信号を直接検出するに光学測定器と、前記直流加速度センサの出力信号と前記光学測定器の出力信号に対して信号処理演算を行い、前記各信号処理演算を行ったデータに基づいて前記直流加速度センサの動的変位検出機能、速度検出機能、加速度検出機能の各機能に関する直流加速度センサの、ゲイン－周波数特性、位相－周波数特性、及びピーク感度を測定する演算装置とを備えたことを特徴とする請求項 1 5、1 7、1 9 に記載の直流加速度センサの周波数特性測定装置としたものである。

【 0 0 3 8 】

また、請求項 2 3 に係る発明は、金属丸棒の一端部に飛翔体を衝突させて該金属丸棒内に弾性波パルスが発生させる金属丸棒発射装置と、前記各飛翔体の衝突によって発生した弾性波パルスが前記金属丸棒の他端部で反射したときに生じる端面に垂直な方向の動的変位、速度、加速度のいずれかを該他端面に設けた直流加速度センサへの入力信号とし、時刻の関数になる前記入力信号を検出する直流加速度センサと、前記入力信号を検出する金属丸棒側面に設けた歪ゲージと、前記直流加速度センサの出力信号と前記歪ゲージの出力信号に対して信号処理演算を行うと共に、前記歪ゲージの出力信号に対して弾性波理論に基づく誤差補正を行い、前記光学測定器により求めた歪ゲージの動特性に関する補正関数を用いてゲージによる測定結果を補正し、前記各信号処理演算及び誤差補正並びに測定結果の補正を行ったデータに基づいて前記直流加速度センサの動的変位検出機能、速度検出機能、加速度検出機能の各機能に関する直流加速度センサの、ゲイン－周波数特性、位相－周波数特性、及びピーク感度を測定する演算装置とを備えたことを特徴とする請求項 1 4、1 6、1 8 に記載の直流加速度センサの周波数特性測定装置としたものである。

【 0 0 3 9 】

また、請求項 2 4 に係る発明は、前記金属丸棒側面に設けた歪ゲージは、金属丸棒の端面から異なる距離の箇所に複数設けたことを特徴とする請求項 2 0、2 1、2 3 に記載の直流加速度センサの周波数特性測定装置としたものである。

【 0 0 4 0 】

また、請求項25に係る発明は、前記金属丸棒側面に設けた歪ゲージは、金属丸棒の端面から等しい距離の円周上に複数設けたものであることを特徴とする請求項20、21、23、24記載の直流加速度センサの周波数特性測定装置としたものである。

【0041】

また、請求項26に係る発明は、前記金属丸棒の一端部に衝突させる飛翔体は、同心円状の多重の発射管を備えた発射装置から発射する同心円状の複数の飛翔体であり、前記発射装置は、各飛翔体を独立して各々の発射時期を精密に制御して発射することを特徴とする請求項14乃至25のいずれか一つに記載の直流加速度センサの周波数特性測定装置としたものである。

【0042】

また、請求項27に係る発明は、前記発射装置において飛翔体を発射する発射管は、飛翔体との接触面に摩擦低減用表面処理を施したことを特徴とする請求項14乃至26のいずれか一つに記載の直流加速度センサの周波数特性測定装置。

【0043】

また、請求項28に係る発明は、前記直流加速度センサの周波数特性測定装置は、前記直流加速度センサの低ピーク狭周波数帯域衝撃加速度による周波数特性を測定するものであることを特徴とする請求項14乃至27のいずれか一つに記載の直流加速度センサの周波数特性測定装置としたものである。

【0044】

また、請求項29に係る発明は、前記光学測定器はレーザ干渉計であることを特徴とする請求項15、17、19、22乃至28のいずれか一つに記載の直流加速度センサの周波数特性測定装置としたものである。

【0045】

また、請求項30に係る発明は、前記金属丸棒端面に金属球を接触させ、前記発射装置は前記多重の発射管から同心円上の複数の飛翔体を、該金属球に対して発射時期を精密に制御して発射させ、金属丸棒内部に弾性波パルスを発生させることを特徴とする請求項26に記載の加速度センサの動的線形性計測装置としたものである。

【0046】

また、請求項31に係る発明は、前記飛翔体が異なる材料の積層構造をもち、該積層構造をもつ飛翔体の衝突により金属丸棒内に発生する弾性波パルスの周波数帯域を制御することを特徴とする請求項14乃至29のいずれか一つに記載の加速度センサの動的線形性計測装置としたものである。

【0047】

また、請求項32に係る発明は、前記金属丸棒中の弾性波伝播の理論によって、歪ゲージ出力信号から端面に入射する弾性波パルスの過渡歪信号を求める際に、級数に展開されたスカラクの解析解の少なくとも1次の項を用いることを特徴とする請求項14乃至29のいずれか一つに記載の加速度センサの動的線形性計測装置としたものである。

【0048】

また、請求項33に係る発明は、前記金属丸棒中の弾性波伝播の理論によって、歪ゲージ出力信号から端面に入射する弾性波パルスの過渡歪信号を求める際に、級数に展開されたスカラクの解析解の高次の項迄を用いることを特徴とする請求項14乃至29のいずれか一つに記載の加速度センサの動的線形性計測装置としたものである。

【0049】

また、請求項34に係る発明は、発射装置から発射時期を精密に制御して発射される複数の飛翔体により創製される入力加速度波形と周波数帯域によって、直流加速度センサのピーク感度を決定することを特徴とする請求項14乃至29のいずれか一つに記載の加速度センサの動的線形性計測装置としたものである。

【0050】

【発明の実施の形態】

本発明は種々の態様によって実施することができるが、図1に示す実施例においては、金属丸棒1を非接触式金属丸棒ガイド30によって所定の角度に傾斜した状態に設定することができるようにしており、金属丸棒1を図示実施例では垂直になるように設定している。この所定の傾斜状態で金属丸棒1は金属丸棒支持装置31によって把持固定し、極めて短時間この把持状態を解除し、直ちに把持

することができるようになっている。金属丸棒 1 の第 1 端面 2 には後述するような飛翔体 3 を衝突させて衝撃を加え、内部に弾性波パルスが発生させるものであり、その際、 n ($n = 1 \cdots N$ 、最内側を 1、最外側を N) 重になっており、図示実施例では中心発射管 4、中間発射管 5、外側発射管 6 の 3 重の多重発射管 7 を用い、この多重発射管 7 から n ($n = 1 \cdots N$ 、最内側を 1、最外側を N) 個の多重の飛翔体 3 を発射させる。

【 0 0 5 1 】

図示実施例では中心発射管 4 の内部から略円筒状の第 1 飛翔体 8 を第 1 発射装置 9 により、また中心発射管 4 と中間発射管 5 との間の環状空間から環状の第 2 飛翔体 10 を第 2 発射装置 11 により、更に中間発射管 5 と外側発射管 6 との間の環状空間から環状の第 3 飛翔体 12 を第 3 発射装置 13 により各々独立して発射できるようにしている。この発射の状態はレーザ光源 27 からのレーザを金属丸棒 1 の前方において、2 本間隔を設けて照射し、このレーザ光を遮る状態を受光素子 28、28 で検出し、その時間差をカウンタ 29 によって計測し、そのデータをパソコン 26 に入力して検出することができる。この発射装置 14 は発射管傾斜支持装置 32 によって前記非接触式金属丸棒ガイド 30 で設定する傾斜角度と同一の角度に傾斜させる。

【 0 0 5 2 】

発射装置 14 からの上記各飛翔体の発射に際しては、弁開閉制御装置 15 により第 1 弁 16 を解放し、第 1 高圧空気源 17 からの高圧空気を第 1 発射装置 9 に供給することにより、中心発射管 4 内の第 1 飛翔体 8 を金属丸棒 1 の第 1 端面 2 に向けて発射させる。第 1 飛翔体 8 が金属丸棒 1 の第 1 端面 2 に衝突すると、金属丸棒 1 内には衝撃加速度の波形が発生して金属丸棒 1 内を伝播する。

【 0 0 5 3 】

また、弁開閉制御装置 15 により前記第 1 弁 16 の解放後の所定時間 α 1 の後に第 2 弁 18 を解放し、第 2 高圧空気源 19 からの高圧空気を第 2 発射装置 11 に供給することにより、中心発射管 4 と中間発射管 5 との間に配置した環状の第 2 飛翔体 10 を金属丸棒 1 の第 1 端面 2 に向けて発射させる。第 2 飛翔体 10 が金属丸棒 1 の第 1 端面 2 に衝突すると、金属丸棒 1 内には衝撃加速度の波形が前

記第 1 飛翔体 8 の衝突による波形の発生に対して $\alpha 1$ の時間遅れで発生し金属丸棒 1 内を伝播する。

【 0 0 5 4 】

同様に、弁開閉制御装置 1 5 により前記第 1 弁 1 6 の解放後の所定時間 $\alpha 2$ の後に第 3 弁 2 0 を解放し、第 3 高圧空気源 2 1 からの高圧空気を第 3 発射装置 1 3 に供給することにより、中間発射管 5 と外側発射管 2 6 との間に配置した環状の第 3 飛翔体 1 2 を金属丸棒 1 の第 1 端面 2 に向けて発射させる。第 3 飛翔体 1 2 が金属丸棒 1 の第 1 端面 2 に衝突すると、金属丸棒 1 内には衝撃加速度の波形が前記第 1 飛翔体 8 の衝突による波形の発生に対して $\alpha 2$ の時間遅れで発生し金属丸棒 1 内を伝播する。

【 0 0 5 5 】

このようにして金属丸棒 1 内に発生した各衝撃加速度の波形により、金属丸棒 1 内にはこれらの合成衝撃加速度の波形が生じることとなり、この波形が金属丸棒 1 の第 2 端面 2 2 に対して伝播する。このように、飛翔体を複数用い、各飛翔体の発射時期を任意に設定することにより、重ね合わせの原理により全体として所定の継続時間の衝撃加速度波形を発生することが可能となる。

【 0 0 5 6 】

なお、図示実施例においては 3 重の発射管を用い、3 個の飛翔体を用いた例を示したが、本発明は 2 個の飛翔体から更により多くの n 個の飛翔体を、前記と同様の態様で 사용할 ことができる。これらの発射管 4、5、6 の各飛翔体 8、1 0、1 2 との接触面、または各飛翔体の外周面には潤滑処理、或いは低摩擦係数化する表面処理層を設けることが好ましい。

【 0 0 5 7 】

個々の飛翔体の発射により金属丸棒 1 内部に発生する弾性波パルスの周波数帯域を狭くするために、飛翔体先端部に高分子材料、プラスチック、木材などを取り付けても良い。その際には、飛翔体本体部が金属、高分子材料、あるいはプラスチック、木材など異なる材料との積層構造をもつような多重飛翔体を用いても良い。

【 0 0 5 8 】

上記のような金属丸棒1の第1端面2において発生した弾性波パルスは、金属丸棒1内部を伝播してもう一方の第2端面22に到達して反射する。反射の過程で発生する端面に垂直な方向の衝撃加速度が、その端面に取りつけた校正対象である加速度センサ23への入力となる。また、衝撃加速度の精密な測定は歪ゲージ25、またはレーザ干渉計24により、更には必要に応じて両方を用いることにより測定し、加速度センサ23の計測値と比較を行う。

【0059】

発生する衝撃加速度の検出に際して棒側面に貼り付けた歪ゲージ25を用いる際には、歪ゲージ25を単体で実施することができるが、金属丸棒の軸線方向に一系列に複数配置しても良く、この列を更に複数列配置しても良い。図1に示す例においては第1端面2から1列に L_1 、 L_2 、 L_N ずつ離れてN個配置し、これを3列配置した例を示している。

【0060】

複数個の歪ゲージを用いる際には、各ゲージの出力信号を演算装置としてのパソコン26に入れ、これを信号処理して代表位置でのゲージ出力の周波数特性を求め、予め求めておいた補正関数を用いてレーザ干渉計24で計測した結果と同等の結果が得られるようにする。なお、上記実施例においては、レーザ干渉計24と歪ゲージ25を用いた例を示しているが、いずれか片方のみでも本発明を実施することができる。

【0061】

上記のような構成からなる加速度センサの校正評価装置を用い、実際に校正評価を行う際には、下記のような理論によって正確な校正評価を行うことができる。即ち、本発明においては、中心軸を重力加速度方向に設定した丸棒あるいは垂直方向からある角度傾斜させて設定し丸棒（以下単に丸棒と記述する）の端面に飛翔体を衝突させて衝撃を加え内部に弾性波パルスを発生させる。その際、多重発射管 n （ $n=1\cdots N$ 、最内側を1、最外側を N ）から多重の飛翔体 n （ $n=1\cdots N$ 、最内側を1、最外側を N ）を発射させるが、飛翔体1に対して飛翔体2、…、飛翔体 N の発射タイミングをずらすことにより、重ね合わせの原理により全体としての弾性波パルスの継続時間を長くする。その際、飛翔体 n （ $n=1\cdots N$ ）

)と多重発射管 n ($n = 1 \cdots N$)との接触面には潤滑処理を施す。

【0062】

個々の飛翔体の発射により棒内部に発生する弾性波パルスの周波数帯域を狭くするために、飛翔体先端部に高分子材料、プラスチック、木材などを取りつける。あるいは、飛翔体本体部が金属、高分子材料、あるいはプラスチック、木材など異なる材料との積層構造を持つような多重飛翔体を用いる。

【0063】

弾性波パルスは棒内部を伝播してもう一方の断面に到達して反射する。反射の過程で発生する端面に垂直な方向の衝撃加速度が、その端面に取りつけた加速度センサへの入力となる。

【0064】

発生する衝撃加速度の検出は、レーザ干渉計または、棒側面の複数箇所（軸方向に一箇所の場合も含む。）に貼りつけた歪ゲージで行う。レーザ干渉計で測定する場合には、校正対象である加速度センサが取り付けられている棒端面に直接レーザを照射する。

【0065】

また、歪ゲージで測定する場合には、複数のゲージの出力結果を信号処理し、ある代表位置での歪ゲージの値に換算することによってノイズを抑制すると同時に、その代表位置でのゲージ出力の周波数特性に対して、レーザ干渉計で事前に求めておいた補正関数を施してレーザ干渉計で計測した結果と同等の結果が得られるようにする。

【0066】

上記において、直径に比較して十分長い丸棒の端面に飛翔体を衝突させることにより衝撃を加えると丸棒の内部に弾性波パルスが発生して伝播するが、端面に到達し反射する過程で、縦波弾性波の伝播速度（ C ）、入射弾性波パルスのひずみ速度

【数1】

$$\dot{\epsilon}(t)$$

の積の 2 倍の加速度

【数 2】

$$a(t) = 2C\dot{\varepsilon}(t)$$

で棒端面は運動する。多重発射管 n ($n = 1 \cdots N$) の場合には、発射管 n によって発生する入射弾性波パルスのひずみを ε_n とすると、弾性波には重ね合わせの原理が成立するので次式が成立する。 \cdot は、時間に関する微分を表す。

【数 3】

$$a(t) = 2C \sum_{n=1}^N \dot{\varepsilon}_n(t) \quad (1)$$

【0067】

実際には、ひずみゲージを丸棒端面と棒側面の境界に貼ることは不可能なので、丸棒の衝撃端面から、 L_n ($n = 1 \cdots N$) だけ離れた位置に貼られていると仮定する。また、棒の軸方向の複数位置に貼り付けたゲージの代表位置を L_1 とする。この場合、各 L_n ($n = 1 \cdots N$) の位置において、加速度センサを取りつけた端面への入射波と、反射波は分離して観察されなければならない。

【0068】

さて、弾性波の伝播理論から衝撃端面から十分離れた丸棒断面での弾性波パルスのひずみは平面波となるため、衝撃端面からの距離 z と時間 t ($t = 0$ で飛翔体の衝突が始まるとする) で解析的に表すことが可能である。そこで、平面波としての丸棒内部のひずみ ($\varepsilon(z, t)$) を次式で表すことにする。

【数 4】

$$\varepsilon(z, t) = F(z, t) \quad (2)$$

【0069】

但し、 $F(z, t)$ は次のように表される。(級数解の第一項の場合でスカラク (Skalak) の解)

【数 5】

$$F(z, t) = \varepsilon_t(t, z) - \varepsilon_t\left(t - \frac{2l_p}{C_p}, z\right) \quad (3)$$

ただしここで、

t : 時刻

 l_p : 飛翔体の長さ C_p : 飛翔体の中の縦波弾性波の伝播速度 $\varepsilon_t(t, z)$: スカラクの解析解の一次項

【数 6】

$$\varepsilon_t(t, z) = \frac{V_1}{\pi C_a} \left[\int_0^\infty \frac{\sin(\alpha_1 \eta + \eta^3/3)}{\eta} d\eta + \int_0^\infty \frac{\sin(\alpha_2 \eta + \eta^3/3)}{\eta} d\eta \right] \quad (4)$$

【数 7】

$$\alpha_1 = \frac{Z - C_a t}{\left[\frac{3}{16} v^2 D_a^2 C_a t \right]^{\frac{1}{3}}} \quad (5)$$

【数 8】

$$\alpha_2 = \frac{-Z - C_a t}{\left[\frac{3}{16} v^2 D_a^2 C_a t \right]^{\frac{1}{3}}} \quad (6)$$

ただしここで、

 V_1 : 飛翔体の衝突速度

t : 衝突後の経過時間

 v : ポアソン比 D_a : 金属丸棒の直径

z : 金属丸棒の軸方向の座標

【0070】

次に、多数の歪ゲージを用いて感度と耐雑音性を上げるために、以下の手順を取る。位置 L_n ($n = 1 \cdots N$) における複数個のゲージ出力の断面での平均値を、($t = 0$ は衝突開始時間) とする。波動伝播に時間がかかり、位置 L_n ($n = 1 \cdots N$) における歪ゲージの出力信号は同相ではないので、以下の手順により (3) 式を用いて代表位置 L_1 に貼ってあるゲージの出力と等価な出力に変換することができる。

【数9】

$$\varepsilon_n^e(t) = L^{-1} \left[L[\varepsilon_{L_n}(t)] \frac{L[F(L_1, t - \frac{(L_n - L_1)}{C})]}{L[F(L_n, t)]} \right] \quad (n = 2 \cdots N) \quad (7)$$

ここで、

【数10】

L, L^{-1}

は、ラプラス演算子、逆ラプラス演算子である。したがって、代表位置における弾性波パルスのひずみ $\varepsilon_r(L_1, t)$ は以下の式で表される。

【数11】

$$\varepsilon_r(L_1, t) = \frac{1}{N} \left[\varepsilon_{L_1}(L_1, t) + \sum_{n=2}^N \varepsilon_n^e(t) \right] \quad (8)$$

このように、複数の歪ゲージを用い出力信号の加算平均を計算することにより、ノイズの影響を減らし微小動的ひずみの計測すなわち低ピーク加速度の計測が可能になる。

【0071】

歪ゲージの代表位置から加速度センサ取り付け端面までの弾性波パルスの伝播

による弾性波動の分散、減衰などは考慮しないときには、複数個の歪ゲージの代表位置から加速度センサ取り付け端面までの距離は、 $L - L_1$ であるから、 $\varepsilon_r(L_1, t)$ を用いると加速度センサ取り付け端面に発生する加速度 $a(t)$ は次式で表される。

【数 1 2】

$$a(t) = 2C\dot{\varepsilon}_r\left(L_1, t - \frac{L - L_1}{C}\right) \quad (9)$$

【0072】

ゲージの周波数応答も無視する場合には、上記 (9) 式に示される加速度センサへの入力信号と加速度センサの出力信号 ($a_{out}(t)$) を周波数領域で比較すると、次の (10) 式で示す加速度センサの周波数特性を求めることができる。

【数 1 3】

$$\frac{L[a_{out}(t)]}{2Cj\omega L[\varepsilon_r(L_1, t - \frac{L - L_1}{C})]} \quad (10)$$

【0073】

また、弾性波理論に基づいて歪ゲージ出力に誤差補正を行うときには、前記 (9) 式で求められた代表位置における歪ゲージ出力信号に対して前記 (3) 式を適用して加速度センサ取り付け端面に入射する弾性波パルスのひずみ

【数 1 4】

$$\varepsilon_{rit}(t)$$

を求める。そのためには、次式を用いる。

【数 1 5】

$$\frac{L[\varepsilon_{rit}(t)]}{L[\varepsilon_r(t)]} = \frac{L[F(L, t)]}{L[F(L_1, t)]} \quad (11)$$

【0074】

前記(11)式より端面の運動加速度が求まるので、次式にしたがって加速度センサの周波数応答が求まる。

【数16】

$$\frac{L[a_{out}(t)]}{L\left[\frac{dv_{iL}(t)}{dt}\right]} = \frac{2j\omega L[a_{out}(t)]}{L[v_{iL}(t)]} \quad (12)$$

【0075】

また、レーザ干渉計を用いる際には、レーザ干渉計で加速度センサを取り付けた棒端面の運動速度($v_{iL}(t)$)が測定でき、次の(13)式より加速度センサの周波数応答は求められる。

【数17】

$$v_L(t) = 2C \varepsilon_{iL}(t) \quad (13)$$

【0076】

また、歪ゲージを用いると共にレーザ干渉計により求めた歪ゲージの動特性に関する補正関数を用いてゲージによる測定結果を補正する際には、干渉計で計測した棒端面の運動速度($v_L(t)$)と端面に入射する弾性波パルスのひずみ($\varepsilon_{iL}(t)$)との間には、次式が成立することを利用する。

【数18】

$$v_L(t) = 2C \varepsilon_{iL}(t) \quad (14)$$

【0077】

前記(14)式から求められる入射弾性波パルスのひずみ($\varepsilon_{iL}(t)$)と代表位置におけるひずみ信号を周波数領域で比較して求められる次の(15)式の補正関数($G_{CL}(j\omega)$)を、前記(10)式にかけることによって加速度センサの伝達関数が求められる。

【数 19】

$$G_{CL}(j\omega) = \frac{L \left[\varepsilon_r \left(L_1, t - \frac{L-L_1}{C} \right) \right]}{L [\varepsilon_{IL}(t)]}$$

(15)

【0078】

【発明の効果】

本発明は上記のように構成したので、衝撃加速度波形、周波数帯域を自由に制御することができるようにし、直流加速度を検出する直流加速度センサの周波数特性を重量加速度の影響の評価を含めて、正確に且つ容易に計測し評価することができる。また校正する直流加速度センサに対して与える加速度波形を、その継続時間、ピーク値、波形、波形のスペクトルなどを容易に制御して衝撃加速度を発生して直流加速度センサを校正することができる。

【0079】

また、低衝撃加速度により、直流加速度センサの衝撃加速度に対するピーク感度を求めることができ、重力加速度値が直流加速度センサのピーク感度にどのような影響を及ぼすかを明らかにすることが可能になる。更に重力加速度値が直流加速度センサ、あるいは同様のサーボ型加速度センサの周波数特性にどのように影響するかを、高精度で求めることができる。

【0080】

また、直流加速度センサ、あるいは同様のサーボ型加速度センサの取り付けの傾斜が、衝撃加速度に対するピーク感度にどのように影響するかを明らかにすることができ、直流加速度センサ、或いは同様のサーボ型加速度センサの取り付けの傾斜が、周波数特性にどのように影響するかを、高精度で求めることができるようになる。

【0081】

更に、直流加速度センサ、あるいは同様のサーボ型加速度センサの計測標準を確立することができ、歪ゲージで計測できることから、金属丸棒をトランスファ一媒体とすることで、特に二次標準に有用となる。

【 0 0 8 2 】

また、発生する衝撃の加速度の周波数帯域を制御することが可能になり、更に共振周波数を求めることができ、電氣的共振の計測と、機械的な実加速度入力による共振の計測の比較によって、直流加速度センサの特性を明らかにすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明を実施するシステム構成図である。

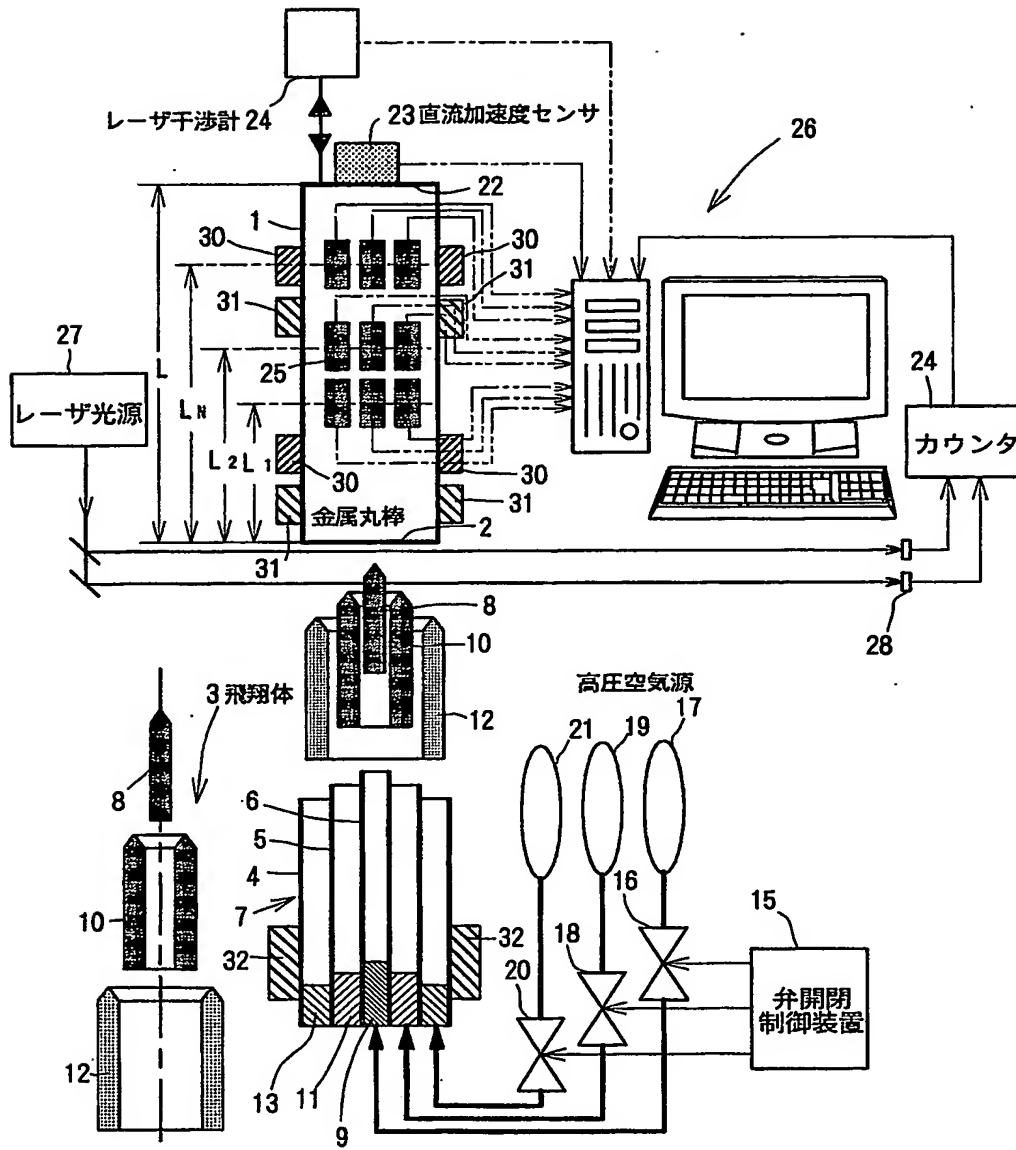
【符号の説明】

- 1 金属丸棒
- 2 第 1 端面
- 3 飛翔体
- 4 中心発射管
- 5 中間発射管
- 6 外側発射管
- 7 多重発射管
- 8 第 1 飛翔体
- 9 第 1 発射装置
- 1 0 第 2 飛翔体
- 1 1 第 2 発射装置
- 1 2 第 3 飛翔体
- 1 3 第 3 発射装置
- 1 4 発射装置
- 1 5 弁開閉制御装置
- 1 6 第 1 弁
- 1 7 第 1 高圧空気源
- 1 8 第 2 弁
- 1 9 第 2 高圧空気源
- 2 0 第 3 弁

- 2 1 第 3 高圧空気源
- 2 2 外側発射管
- 2 3 加速度センサ
- 2 4 レーザ干渉計
- 2 5 歪ゲージ
- 2 6 パソコン
- 2 7 レーザ光源
- 2 9 カウンタ
- 3 0 非接触式金属丸棒ガイド
- 3 1 金属丸棒支持装置
- 3 2 発射管傾斜支持装置

【書類名】 図面

【図 1】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 重力加速度を検出する地震計のように、直流加速度を検出する直流加速度センサは、設置部の傾斜が周波数特性におよぼす影響が評価できず、またその校正に際して垂直に振動する振動台に取り付けるものでは横方向の振動も発生し、正確な校正が行えず、且つ、衝撃加速度で校正することができなかった。

【解決手段】 非接触式金属丸棒ガイド30で任意角度に傾斜可能に金属丸棒1を支持し、その支持を一瞬開放して自由落下状態とし、その開放期間中に金属丸棒と同角度の飛翔体を金属丸棒の一端面に衝突させて弾性波パルスを金属丸棒内部に伝播させ、弾性波パルスが前記金属丸棒の他端面22での反射時に発生する加速度を直流加速度センサ23で検出し、歪み及び端面の運動を側面に設けた歪ゲージ25及び・又はレーザ干渉計24で計測する。各計測値を演算し、直流加速度センサの周波数応答を求め、直流加速度センサの周波数特性を測定する。

【選択図】 図1

認定・付加情報

| | |
|---------|----------------|
| 特許出願の番号 | 特願 2002-097191 |
| 受付番号 | 50200461156 |
| 書類名 | 特許願 |
| 担当官 | 第一担当上席 0090 |
| 作成日 | 平成14年 4月 1日 |

<認定情報・付加情報>

| | |
|-------|-------------|
| 【提出日】 | 平成14年 3月29日 |
|-------|-------------|

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [301021533]

| | |
|----------|-----------------|
| 1. 変更年月日 | 2001年 4月 2日 |
| [変更理由] | 新規登録 |
| 住 所 | 東京都千代田区霞が関1-3-1 |
| 氏 名 | 独立行政法人産業技術総合研究所 |

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.